

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-341162

(43)Date of publication of application : 27.11.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/12
G02B 6/122

(21)Application number : 2001-151647

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 21.05.2001

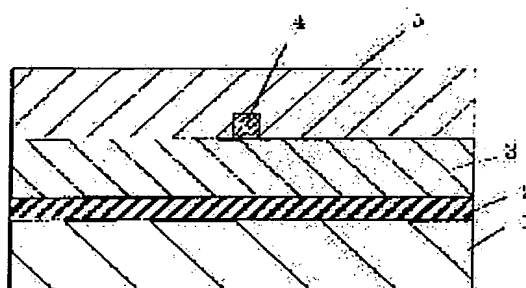
(72)Inventor : KANEKO KATSUHIRO

(54) OPTICAL WAVEGUIDE SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide substrate having an optical waveguide consisting of a siloxane polymer formed on a substrate with sufficient adhesion strength.

SOLUTION: The optical waveguide substrate is produced by forming an optical waveguide having a lower clad layer 3 consisting of a second siloxane polymer and a core part 4 on a substrate 1 with a buffer layer 2 consisting of a first siloxane polymer interposed. The amount of the organic component content of the first siloxane polymer is larger than that of the second siloxane polymer. By forming the lower clad layer 3 on the buffer layer 2 having low film stress, high film strength and excellent adhesion property with the substrate 1, the buffer layer 2 and the lower clad layer 3 are made to adhere in a good state to each other by the siloxane bonds, hydrogen bonds or the like. Moreover, since the stress due to the optical waveguide formed on the buffer layer 2 can be decreased by the buffer layer 2, the optical waveguide consisting of the siloxane polymer can be formed with sufficient adhesion strength on the substrate 1 in the optical waveguide substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.11.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-341162
(P2002-341162A)

(43)公開日 平成14年11月27日(2002. 11. 27)

(51)Int.Cl.⁷G 0 2 B 6/12
6/122

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

ターコード*(参考)

N 2 H 0 4 7
A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-151647(P2001-151647)

(22)出願日 平成13年5月21日(2001. 5. 21)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72)発明者 金子 勝弘

京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地3号

京セラ株式会社中央研究所内

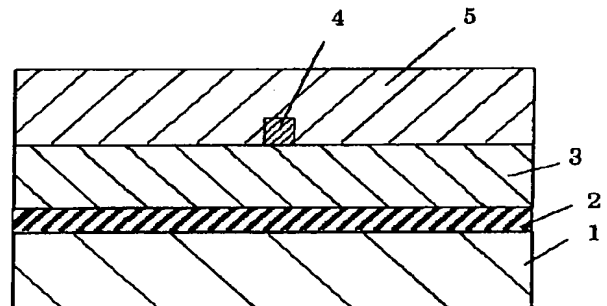
Fターム(参考) 2H047 KA04 QA05 TA43

(54)【発明の名称】 光導波路基板

(57)【要約】

【課題】 基板上に十分な密着強度でシロキサンポリマから成る光導波路を形成した光導波路基板を提供する。

【解決手段】 基板1上に第1のシロキサンポリマから成るバッファ層2を介して第2のシロキサンポリマから成る下部クラッド層3とコア部4とを具備する光導波路が形成されて成り、第1のシロキサンポリマの有機成分含有量が第2のシロキサンポリマよりも多い光導波路基板である。膜応力が小さく、膜強度が高く、基板1との密着性に優れたバッファ層2上に下部クラッド層3を形成することにより、バッファ層2と下部クラッド層3とはシロキサン結合や水素結合等によって良好に密着し、またバッファ層2によってその上に形成した光導波路による応力を緩和することができるので、基板1上に十分な密着強度でシロキサンポリマから成る光導波路を形成した光導波路基板を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に第 1 のシロキサンポリマから成るバッファ層を介して第 2 のシロキサンポリマから成る下部クラッド層とコア部とを具備する光導波路が形成されて成り、前記第 1 のシロキサンポリマの有機成分含有量が前記第 2 のシロキサンポリマよりも多いことを特徴とする光導波路基板。

【請求項 2】 前記バッファ層の屈折率が前記下部クラッド層と等しいかまたは小さいことを特徴とする請求項 1 記載の光導波路基板。

【請求項 3】 前記コア部が前記第 2 のシロキサンポリマより屈折率が高いシロキサンポリマから成ることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路基板。

【請求項 4】 前記第 1 のシロキサンポリマが熱重合型であり、前記第 2 のシロキサンポリマが光重合型であることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信モジュール等に用いられる光導波路基板に関し、特に基板への密着強度を高めた有機系光学材料から成る光導波路が形成された光導波路基板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、光通信モジュール等には、例えばシリコン基板上に配線導体を用いた電気回路と光導波路を用いた光回路とを形成した光導波路基板に各種の光デバイスを搭載したものが使われている。また、シリコン基板よりも電気的な高周波特性や機械的強度に優れ、さらに多層化により高い電気配線密度が実現できるセラミック回路基板上に光導波路を形成した光導波路基板が提案されている。

【0003】一方、光導波路としては、例えば石英ガラス基板やシリコン基板上に火炎堆積法により成膜したシリカ膜を利用して 3 次元形状のクラッド部およびコア部を形成したシリカ系光導波路や、ニオブ酸リチウム単結晶基板をクラッド部とし、この基板上にチタンを熱拡散して 3 次元導波路形状にコア部を形成した光導波路等がある。

【0004】しかしながら、これらシリカ系光導波路等を光導波路基板に用いると、これら光導波路を形成するには約 1000℃ 以上の高温の熱処理が必要であるため、電気回路基板上にこれら光導波路による光回路を形成する際に下地となる電気回路基板に損傷を与えることとなってしまう。

【0005】そこで、作製時に高温処理が必要なこれらシリカ系光導波路等に代えて、低温形成が可能な有機系光学材料による光導波路が検討されている。この光導波路に利用される有機系光学材料としては、PMMA（ポリメチルメタクリレート）・ポリカーボネート・ポリイミド・シロキサンポリマ・BCB（ベンゾシクロブテ

ン）・フッ素樹脂等が検討されている。中でも、シロキサンポリマは伝搬特性や信頼性に優れた光導波路を形成する材料として特に有望である。

【0006】これら有機系光学材料から成る光導波路の作製方法としては、シリコン基板やガラス基板上に下部クラッド層を形成し、次に、この下部クラッド層よりも高い屈折率を持つコア層を形成して、薄膜微細加工技術を用いてコア層を RIE（リアクティブイオンエッチング）等により加工してコア部を形成した後、コア部よりも低い屈折率を有する上部クラッド層で被覆して 3 次元形状の光導波路を形成する方法が行なわれている。

【0007】ここで、シロキサンポリマから成る層を形成する方法としては、シロキサンポリマとなるシロキサン系のモノマやオリゴマまたはポリマの有機溶媒溶液をスピコート法やバーコート法等の周知の塗布方法を用いて基板上にコートした後、熱処理を行ない熱重合させてシロキサンポリマ層を形成する方法が採られている。また、基板上にコートした後紫外光等を照射して光重合させてシロキサンポリマ層を形成する方法も採られている。これらシロキサンポリマの中でも光重合型のシロキサンポリマは、熱重合型のシロキサンポリマに比べて効率良く重合させることができ、有機成分の含有量が少ないシロキサンポリマで光導波路を形成することが容易である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、シロキサンポリマによる光導波路をシリコン基板やセラミック回路基板等の基板上に形成しようとする場合、シロキサンポリマと基板との密着強度が十分ではない場合があり、光導波路の作製工程やダイシング、あるいはその後のデバイス実装等の後工程において、シロキサンポリマから成る下部クラッド層が基板から剥がれたり、クラックが発生するという問題点があった。

【0009】また、シロキサンポリマに含まれる有機成分は光通信で用いられる波長帯の光に対して吸収損失の原因となるため、光導波路を形成するシロキサンポリマとしては有機成分の含有量が低いものが望まれる。

【0010】しかしながら、有機成分の含有量が少ないシロキサンポリマは、有機成分の含有量が多いシロキサンポリマに比べて、基板上に層を形成した場合に膜応力が大きく、基板との密着性が低いために、このシロキサンポリマから成る下部クラッド層は基板から剥がれたり、クラックが発生しやすいという問題点があった。

【0011】また、光重合型のシロキサンポリマは、熱重合型のシロキサンポリマに比べて効率良く重合させることができ、有機成分の含有量が少ないシロキサンポリマで光導波路を形成することが容易であるため、光導波路材料として有用であるが、金属やシリコン等の無機材料の上にこの層を形成した場合の密着力に乏しいという問題点があった。

【0012】本発明は上記従来技術の問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、シロキサンポリマから成る少なくとも下部クラッド層を具備する光導波路が基板上に十分な密着強度で形成されて成る光導波路基板を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の光導波路基板は、基板上に第1のシロキサンポリマから成るバッファ層を介して第2のシロキサンポリマから成る下部クラッド層とコア部とを具備する光導波路が形成されて成り、前記第1のシロキサンポリマの有機成分含有量が前記第2のシロキサンポリマよりも多いことを特徴とするものである。

【0014】また、本発明の光導波路基板は、上記構成において、前記バッファ層の屈折率が前記下部クラッド層と等しいかまたは小さいことを特徴とするものである。

【0015】また、本発明の光導波路基板は、上記構成において、前記コア部が前記第2のシロキサンポリマより屈折率が高いシロキサンポリマから成ることを特徴とするものである。

【0016】また、本発明の光導波路基板は、上記構成において、前記第1のシロキサンポリマが熱重合型であり、前記第2のシロキサンポリマが光重合型であることを特徴とするものである。

【0017】本発明の光導波路基板によれば、基板上に有機成分含有量が多い第1のシロキサンポリマから成るバッファ層を形成することにより、膜応力が小さく、膜強度が高く、基板との密着性に優れたバッファ層が得られるとともに、このバッファ層を介して第1のシロキサンポリマよりも有機成分含有量が少ない第2のシロキサンポリマから成る下部クラッド層を形成することから、バッファ層の第1のシロキサンポリマと下部クラッド層の第2のシロキサンポリマとはシロキサン結合や水素結合等によって良好に密着して十分な密着強度を有する光導波路を形成することができ、さらに、バッファ層によってその上に形成した光導波路による応力を緩和することができる。その結果、基板上に十分な密着強度でシロキサンポリマから成る下部クラッド層とコア部とを具備する光導波路を形成した光導波路基板を得ることができる。

【0018】また、バッファ層の屈折率を下部クラッド層の屈折率と等しいかまたは小さいものとした場合には、通常は光導波路を伝搬する光の界分布が下部クラッド層を越えてしまうと有機成分含有量が多いために光の吸収が大きいバッファ層で吸収されたり、あるいは基板と干渉して損失を増加させることになるため、下部クラッド層の厚さとしては光導波路を伝搬する光の界分布が下部クラッド層を越えないような厚さとする必要があるのに対して、下部クラッド層の厚さが十分でない場合で

あっても、光導波路を伝搬する光がバッファ層側に放射して損失が増加するのを抑制することができる。

【0019】また、コア部を第2のシロキサンポリマより屈折率が高いシロキサンポリマで形成した場合には、伝搬特性や信頼性に優れたシロキサンポリマから成る光導波路を形成した光導波路基板を得ることができる。

【0020】また、第1のシロキサンポリマを熱重合型とし、第2のシロキサンポリマを光重合型とした場合には、バッファ層のシロキサンポリマの有機成分含有量を多くして基板との良好な密着強度を有し応力を効果的に緩和できるバッファ層を形成するとともに、下部クラッド層のシロキサンポリマの有機成分含有量を少なくしつつ効率よく重合させて低損失の光導波路を形成することが容易となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光導波路基板について図面を参照しつつ説明する。

【0022】図1は本発明の光導波路の実施の形態の一例を示す断面図である。図1において、1は基板、2は基板1上に形成された第1のシロキサンポリマから成るバッファ層、3はバッファ層2上に形成された第2のシロキサンポリマから成る光導波路の下部クラッド層、4は下部クラッド層3上に形成された光導波路のコア部、5はコア部4を覆うように形成された光導波路の上部クラッド層である。

【0023】基板1は光導波路を形成するための、またたの光導波路とともに光回路および電気回路を構成するための基板であり、光回路基板や光電子混在基板等の光信号を扱う基板として使用される種々の基板、例えばシリコン基板やアルミナ基板・ガラスセラミック基板・多層セラミック電気回路基板・薄膜多層電気回路が形成されたセラミック電気回路基板・プラスチック電気配線基板等が使用できる。

【0024】バッファ層2に用いる第1のシロキサンポリマとしては、基本的にポリマの骨格にシロキサン結合が含まれている樹脂であればよく、ポリフェニルシルセスキオキサン・ポリジフェニルシルセスキオキサン・ポリメチルフェニルシルセスキオキサン等アルキル基やフェニル基を有したシロキサンポリマの他、ビニル基・アリル基・アミノ基・エポキシ基・アミノ酸基等を有したシロキサンポリマでもよい。バッファ層2に用いる第1のシロキサンポリマに含まれる有機成分の含有量としては好ましくは10wt%以上であれば、密着強度の向上や応力の緩和についてバッファ層2としての十分な効果が得られるが、より好適には20wt%以上の含有量のものを用いることが望ましい。ただし、有機成分としてビニル基やアクリル酸が含まれている場合には弾性が高いポリマとなり、少ない含有量でも高い応力緩和効果が得られるなど、有機成分の種類によって含有量とその効果に差がある。また、形成する光導波路の層の厚さや応力負

荷によってバッファ層 2 に求められる密着強度の向上や応力の緩和効果も異なるため、上述の範囲に限定されるものではない。

【0025】また、有機成分含有量が多くなり過ぎると、硬度が低下したり、ガラス転移温度が低くなり低い温度で軟化し易くなるため、光導波路の形成工程でしわやクラックの発生を招くこととなる。また、バッファ層 2 と下部クラッド層 3 との密着強度を大きくするためには界面でシロキサン結合を形成することが望ましいが、有機成分含有量が多くなり過ぎると相対的にシリコン原子の量が少なくなるため形成できるシロキサン結合も少なくなりバッファ層 2 と下部クラッド層 3 との密着強度が不十分となる恐れがある。例えば、有機成分としてアクリル酸等の熱可塑性の成分が含まれている場合には、光導波路の形成工程でしわやクラックを発生させないようにするためにはその有機成分含有量として 50% 程度以下とすることが望ましい。また、有機成分としてフェニル基やノボラック基等が含まれる場合には硬度が高いポリマとなるため、有機成分含有量の増加が可能であるが、70% 程度以下にすることが望ましい。

【0026】バッファ層 2 を形成するには、例えば熱重合型のシロキサンポリマの前駆体であるシロキサン系のモノマやオリゴマまたはポリマの有機溶媒溶液をスピンコート法やバーコート法等の周知の塗布方法を用いて基板 1 上にコートした後、熱処理を行ない熱重合させてシロキサンポリマ層を形成すればよい。この熱処理の温度としては、有機成分を十分に残留させて膜応力を低くするため、300℃ 以下とすることが望ましい。

【0027】また、光重合型のシロキサンポリマの前駆体を用いて同様に基板 1 上にコートし、紫外光等の光を照射し光重合させてシロキサンポリマ層を形成してもよい。

【0028】バッファ層 2 の厚さとしては 0.1 μm 程度以上あればよいが、バッファ層 2 によってその上に形成する光導波路による応力を十分に緩和する効果を得るためには、バッファ層 2 の厚さを 1 μm 以上とすることが望ましい。また、必要以上に厚い場合にはバッファ層 2 の膜強度が光導波路を含めた全体の膜応力に耐えられずにクラックが生じる原因となるため、全体の膜応力がバッファ層 2 の膜強度を越えないような厚さとする必要がある。通常はバッファ層 2 の厚さが 20 μm 以下であれば問題ない。

【0029】下部クラッド層 3 に用いる第 2 のシロキサンポリマとしては、第 1 のシロキサンポリマよりも有機成分含有量が少ないシロキサンポリマを用いるが、基本的にポリマの骨格にシロキサン結合が含まれている樹脂であればよく、例えばポリフェニルシルセスキオキサン・ポリジフェニルシルセスキオキサン・ポリメチルフェニルシルセスキオキサン等を用いることができる。下部クラッド層 3 に用いる第 2 のシロキサンポリマに含まれ

る有機成分の含有量としては、第 1 のシロキサンポリマの有機成分含有量より少なくして伝搬光の吸収損失を極力抑えるようにすることが好ましい。

【0030】また、この下部クラッド層 3 による伝搬光の吸収損失を抑えるため 20 wt % 以下にすることが望ましい。ただし、有機成分中の水素原子が重水素やハロゲンで置換されている場合には、光通信で使用する 1.3 μm ~ 1.6 μm の波長の伝搬光に対する光透過率が高くなるため、重水素やハロゲンで置換されている分だけ含有量を多くしても問題ない。

【0031】また、有機成分含有量が少なくなり過ぎると、層形成の際、収縮が大きくなったり、弾性に乏しくなるためにクラックが発生することがある。これは層の厚さや層形成時の熱処理温度にも依存するが、実用的な光導波路を形成するためには 5 wt % 以上の有機成分含有量が必要である。

【0032】下部クラッド層 3 を形成するには、例えば熱重合型のシロキサンポリマの前駆体であるシロキサン系のモノマやオリゴマまたはポリマの有機溶媒溶液をスピンコート法やバーコート法等の周知の塗布方法を用いてバッファ層 2 が形成された基板 1 上にコートした後、熱処理を行ない熱重合させてシロキサンポリマ層を形成すればよい。

【0033】また、光重合型のシロキサンポリマの前駆体であるシロキサン系のモノマやオリゴマまたはポリマと重合開始材の有機溶媒溶液をスピンコート法やバーコート法等の周知の塗布方法を用いてバッファ層 2 が形成された基板 1 上にコートした後、紫外光等を照射し、必要であればこれとともに熱処理を行ない、光重合させてシロキサンポリマ層を形成してもよい。

【0034】このとき、光重合型のシロキサンポリマは、熱重合型のシロキサンポリマに比べて効率良く重合させることができ、有機成分の含有量が少ないシロキサンポリマで低損失の光導波路を形成することが容易であることから、下部クラッド層 3 を形成するのに好適である。なお、下部クラッド層 3 を形成する際の熱処理温度としては、バッファ層 2 のしわやクラックの発生を抑えるため、バッファ層 2 を形成する際の熱処理温度あるいはバッファ層 2 のガラス転移温度以下とする。

【0035】ここで、光導波路の主としてコア部 4 を伝搬する光の界分布が下部クラッド層 3 を越えてしまうと、有機成分含有量が多いため光の吸収が大きいバッファ層 2 で伝搬光が吸収されたり、あるいは伝搬光が基板 1 と干渉したりして損失が大きくなる。従って、下部クラッド層 3 の厚さとしては、通常は光導波路を伝搬する光の界分布が下部クラッド層 3 を越えないような厚さとする。

【0036】ただし、下部クラッド層 3 の厚さが伝搬光の界分布に対して十分でない場合であっても、バッファ層 2 の屈折率を下部クラッド層 3 の屈折率と等しくする

と、バッファ層 2 によって実質的に下部クラッド層 3 の厚さを厚くすると同様の効果が得られ、伝搬光が下部クラッド層 3 を越えることによる不具合を抑制することができる。また、バッファ層 2 の屈折率を下部クラッド層 3 の屈折率よりも小さくすることによって、伝搬光の界分布のバッファ層 2 への拡がりを抑えることができ、伝搬光の界分布が下部クラッド層 3 を越えることによる不具合をさらに効果的に抑制することができる。なお、伝搬光の界分布のバッファ層 2 への拡がりを確実に抑えるには、バッファ層 2 の屈折率を下部クラッド層 3 の屈折率より 0.2%、より望ましくは 1% 以上小さくすることが好ましい。厳密には、周知の光導波路理論や有限要素法・ビーム伝搬法などの光導波路解析手法を用いて、基板 1・バッファ層 2・下部クラッド層 3・コア部 4・上部クラッド層 5 の屈折率・厚さ等から、伝搬光の界分布が基板 1 まで到達しないように決定すればよい。

【0037】コア部 4 は、ポリイミド・フッ化ポリイミド・シロキサンポリマ・PMMA・オレフィン系樹脂等の有機系光学材料の有機溶媒溶液を下部クラッド層 3 が形成された基板 1 に例えばスピンコート法等により所定厚みに塗布し、下部クラッド層 3 を形成する際の熱処理温度以下の温度で熱処理することにより層形成した後、フォトリソグラフィや RIE 等の周知の薄膜微細加工技術を用いて、下部クラッド層 3 上に所定の形状で形成すればよい。ここで、コア部 4 には、周知の光導波路理論に基づいて、下部クラッド層 3 よりも高い屈折率を有する光学材料を用いる。

【0038】上部クラッド層 5 は、コア部 4 を覆うようにしてコア部 4 およびその周辺の下部クラッド層 3 上に形成され、コア部 4 を形成した後に、ポリイミド・フッ化ポリイミド・シロキサンポリマ・PMMA・オレフィン系樹脂等の有機系光学材料の有機溶媒溶液を下部クラッド層 3 およびコア部 4 が形成された基板 1 に例えばスピンコート法等により所定厚みに塗布し、熱処理することにより形成する。

【0039】なお、上部クラッド層 5 は必ず形成しなくともよいものであり、光導波路の仕様等に応じ必要に応じて形成すればよい。また、コア部 4 は、図 1 に示したように下部クラッド層 3 の平坦な上面上に形成する他にも、下部クラッド層 3 の上面にコア部 4 の形状・寸法に対応した溝を設け、この溝内に形成してもよい。

【0040】これらコア部 4 の高さや幅・屈折率、下部クラッド層 3 の厚さ・屈折率、上部クラッド層 5 の厚さ・屈折率は、周知の光導波路理論を用いて所望の仕様で設計すればよい。

【0041】以上のようにして、埋め込み型の三次元導波路形状の光導波路を作製する。

【0042】本発明の光導波路基板において、コア部 4 および上部クラッド層 5 を形成する有機系光学材料としてシロキサンポリマを用いる場合には、例えば熱重合型

のシロキサンポリマの前駆体を含む有機溶媒をスピンコート法等により基板 1 に塗布した後、下部クラッド層 3 の熱処理よりも低い 100℃ から 300℃ 程度の低温熱処理によって、下部クラッド層 3 との密着性に優れたコア部 4 および上部クラッド層 5 を形成することができる。また、金属アルコキシドを混合して金属を含有したシロキサンポリマを用いることにより所望の値に精度良く屈折率を制御したコア部 4 および上部クラッド層 5 を容易に作製することができるので、伝搬特性や信頼性に優れた光導波路の作製が容易となる。さらに、層形成の際の収縮が小さいので、基板 1 の表面に形成したシロキサンポリマから成る各層の表面の平坦化性・平滑化性に優れており、基板 1 として表面粗さが大きな基板や配線導体による大きな起伏がある電気回路基板を用いた場合でもその上にも精度良くバッファ層 2 ならびに下部クラッド層 3 およびコア部 4 を具備する光導波路を作製することができる。

【0043】このような光導波路のコア部 4 および上部クラッド層 5 に用いるシロキサンポリマとしては、基本的にポリマの骨格にシロキサン結合が含まれている樹脂であればよく、例えばポリフェニルシルセスキオキサン・ポリジフェニルシルセスキオキサン・ポリメチルフェニルシルセスキオキサン等を用いることができる。

【0044】

【実施例】次に、本発明の光導波路基板について具体例を説明する。

【0045】<実施例 1>まず、シリコンから成る基板 1 上に、スピンコート法と 250℃ の熱処理によって、有機成分としてメチル基を 18wt%、フェニル基を 16wt% 含有し、屈折率が 1.44 で厚さが 3 μm の第 1 のシロキサンポリマから成るバッファ層 2 を形成した。次に、シロキサンポリマとなるシロキサン系オリゴマと重合開始材の有機溶媒溶液をスピンコート法を用いて基板上にコートした後、紫外光を照射し、200℃ 熱処理を行ない光重合させて、有機成分として 15wt% 含有し、屈折率が 1.45 で厚さが 9 μm の第 2 のシロキサンポリマから成る下部クラッド層 3 を形成した。

【0046】次いで、第 2 のシロキサンポリマと同様の光重合型のシロキサンポリマを用いて、コア部 4 および上部クラッド層 5 を形成して埋込型の光導波路を形成した。このときコア部 4 および上部クラッド層 5 の屈折率をそれぞれ 1.457 および 1.45 として、コア部の幅を 8 μm、高さを 8 μm とし、コア部 4 の上部における上部クラッド層 5 の厚さを 5 μm とした。これにより図 1 に示すような本発明の光導波路基板を作製した。

【0047】このようにして得られた本発明の光導波路基板をダイシングによりチップ状に切り分けたところ、光導波路に剥がれ等の異常は発生しなかった。さらに、85℃/85%RH の恒温恒湿下に 2000 時間放置した後でも何ら問題は生じなかった。

【0048】＜実施例2＞本発明の光導波路基板との比較のため、バッファ層を用いずに光導波路を形成した比較例の光導波路基板を作製した。

【0049】まず、シリコンから成る基板上にシロキサンポリマの前駆体であるシロキサン系オリゴマと重合開始材との有機溶媒溶液をスピンコート法を用いてコートした後、紫外光を照射するとともに200℃熱処理を行ない光重合させて、屈折率が1.45で厚さが9μmのシロキサンポリマ層から成る下部クラッド層を形成した。

【0050】次いで、同様の光重合型のシロキサンポリマを用いて、コア部および上部クラッド層を形成して埋込型の光導波路を形成した。このとき、コア部および上部クラッド層の屈折率をそれぞれ1.457および1.45として、コア部の幅を8μm、高さを8μmとし、コア部4の上部における上部クラッド層5の厚さを5μmとした。これにより、比較例の光導波路基板を作製した。

【0051】この比較例の光導波路基板をダイシングによりチップ状に切り分けたところ、光導波路に軽微であるが部分的な剥がれが見られた。さらに、85℃/85%RHの恒温恒湿下に2000時間放置したところ、光導波路に剥がれおよびクラックが生じるものがあった。

【0052】以上のように、本発明によれば、基板上に十分な密着強度でシロキサンポリマから成る光導波路を形成した光導波路基板を提供できることが確認できた。

【0053】なお、本発明は以上の実施の形態の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更・改良を加えることは何ら差し支えない。例えば、上部クラッドを被覆しないコア部がむき出しのリブ型光導波路としたり、水素原子が重水素化あるいはハロゲン化されているシロキサンポリマからなる光導波路としてもよい。

【0054】

【発明の効果】以上のように、本発明の光導波路基板によれば、基板上に有機成分含有量が多い第1のシロキサンポリマから成るバッファ層を形成することにより、膜応力が小さく、膜強度が高く、基板との密着性に優れたバッファ層が得られるとともに、このバッファ層を介して第1のシロキサンポリマよりも有機成分含有量が少ない第2のシロキサンポリマから成る下部クラッド層を形成することから、バッファ層の第1のシロキサンポリマと下部クラッド層の第2のシロキサンポリマとはシロキサン結合や水素結合等によって良好に密着して十分な密

着強度を有する光導波路を形成することができ、さらに、バッファ層によってその上に形成した光導波路による応力を緩和することができる。その結果、基板上に十分な密着強度でシロキサンポリマから成る下部クラッド層とコア部とを具備する光導波路を形成した光導波路基板を得ることができる。

【0055】また、バッファ層の屈折率を下部クラッド層の屈折率と等しいかまたは小さいものとした場合には、通常は光導波路を伝搬する光の界分布が下部クラッド層を越えてしまうと有機成分含有量が多いために光の吸収が大きいバッファ層で吸収されたり、あるいは基板と干渉して損失を増加させることになるため、下部クラッド層の厚さとしては光導波路を伝搬する光の界分布が下部クラッド層を越えないような厚さとする必要があるのに対して、下部クラッド層の厚さが十分でない場合であっても、光導波路を伝搬する光がバッファ層側に放射して損失が増加するのを抑制することができる。

【0056】また、コア部を第2のシロキサンポリマより屈折率が高いシロキサンポリマで形成した場合には、伝搬特性や信頼性に優れたシロキサンポリマから成る光導波路を形成した光導波路基板を得ることができる。

【0057】また、第1のシロキサンポリマを熱重合型とし、第2のシロキサンポリマを光重合型とした場合には、バッファ層のシロキサンポリマの有機成分含有量を多くして基板との良好な密着強度を有し応力を効果的に緩和できるバッファ層を形成するとともに、下部クラッド層のシロキサンポリマの有機成分含有量を少なくしつつ効率よく重合させて低損失の光導波路を形成することが容易となる。

【0058】以上により、本発明によれば、シロキサンポリマから成る少なくとも下部クラッド層を具備する光導波路が基板上に十分な密着強度で形成されて成る光導波路基板を提供することができた。

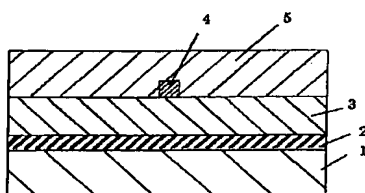
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光導波路基板の実施の形態の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1・・・基板
- 2・・・バッファ層
- 3・・・光導波路の下部クラッド層
- 4・・・光導波路のコア部
- 5・・・光導波路の上部クラッド層

【図 1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.